

ANTIMIKROBNO DJELOVANJE ADITIVA U MESNOJ INDUSTRIJI



Đurđica Ačkar¹, Tomislav Rot¹

Imperativ koji se stavlja pred proizvođače hrane, uključujući i mesne proizvode je proizvesti proizvod siguran za potrošača, što dužeg roka trajanja. Da bi se to ostvarilo, potrebno je spriječiti ili barem usporiti razvoj patogenih mikroorganizama i mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje hrane.

SAŽETAK

Imperativ koji se stavlja pred proizvođače hrane, uključujući i mesne proizvode je proizvesti proizvod siguran za potrošača, što dužeg roka trajanja. Da bi se to ostvarilo, potrebno je spriječiti ili barem usporiti razvoj patogenih mikroorganizama i mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje hrane. Osim različitih fizikalnih metoda, u tu se svrhu koriste i konzervansi, kemijska sredstva koja imaju mikrobicidni (uništavaju mikroorganizme) ili inhibitorni učinak (usporavaju njihov razvoj). Cilj ovoga rada je dati kratak pregled konzervansa koji se najčešće koriste u mesnoj industriji i njihovog antimikrobnog djelovanja, ne zanemarujući ni utjecaj na ljudsko zdravlje.

Ključne riječi: nitrati, nitriti, askorbinska kiselina, sorbati, sulfiti, natamicin, nizin, antimikrobno djelovanje

UVOD

Proizvodi od mesa vrlo su pokvarljivi, a samo kvarenje rezultat je degradabilnih procesa koji nastaju djelovanjem mikroorganizama, enzimskom aktivnošću mesa te utjecajem vanjskih, fizikalnih ili kemijskih faktora (Lovrić, 2003.). Sprječavanje kvarenja te zadržavanje tehnoloških i nutritivnih svojstava uz povećanje trajnosti proizvoda glavni je cilj svakog proizvođača hrane. Konzerviranje se postiže stvaranjem nepovoljnih uvjeta za rast i razmnožavanje mikroorganizama te proizvodnju toksina ili uništavanjem mikroorganizama i njihovih spora, što se u mesnoj industriji najčešće postiže pomoću dvije metode, soljenjem i salamurenjem. Iako se sol prema važećim propisima ne ubraja u aditive, zbog njene važnosti u mesnoj industriji, posvetit ćemo joj pažnju ovom članku. Soljenje je postupak konzerviranja isključivo kuhinjskom soli sa ili bez ▶

¹dr. sc. Đurđica Ačkar, izvanredni profesor; mag. ing. Tomislav Rot; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Autor za korespondenciju: dackar@ptfos.hr



— dodatnih sastojaka, dok se postupak salamurenja provodi smjesom kuhinjske soli, nitrata, nitrita, ugljikohidrata (npr. glukoze), fosfata, askorbata, začina i drugih propisima dopuštenih sastojaka (Kovačević, 2017.).

— Upotreba soli vrlo je učestala u procesima proizvodnje mesnih proizvoda zbog konzervirajućeg djelovanja NaCl snižavanjem aktiviteta vode (a_w) proizvoda, povećanjem osmotskog tlaka na membranama mikroorganizama i plazmolize stanica mikroorganizama, oksidativnim djelovanjem iona klorida (Cl^-) i inhibicije proteolitičkih enzima, hidrolitičkim djelovanjem iona natrija (Na^+) i klorida (Cl^-) koji utječu na dehidraciju enzima bakterijskih stanica te smanjenom topljivosti kisika (O_2) u vodenoj otopini, što za rezultat ima uništavanje vegetativnih oblika mikroorganizama te inhibiciju njihova rasta i razmnožavanja. Pri 5%-tnom masenom udjelu soli u mesnom proizvodu inhibira se rast anaerobnih mikroorganizama, dok je pri 10%-tnom udjelu inhibiran rast i razvoj većine mikroorganizama (Kovačević, 2017.).

NAJČEŠĆE KORIŠTENI KONZERVANSI U MESNOJ INDUSTRIJI

— Uz NaCl, u salamaurama se koriste nitrati i nitriti, koji se dodaju mesnim proizvodima u svrhu konzerviranja, a posebice inhibicije rasta i razmnožavanja patogene bakterije *Clostridium botulinum* te stvaranja sekundarnog metabolita, neurotoksina botulinuma, koji je uzročnik intoksikacije botulizma (Boerema i Broda, 2004.). Osim konzervirajućeg učinka, nitrati i nitriti utječu na promjenu boje, mirisa, okusa i teksture mesnih proizvoda, a zbog antioksidativnog djelovanja doprinose sprječavanju užglosti. Maseni udjeli dodanih nitrata i nitrita u mesnim proizvodima prosječno se kreću u rasponu od 100 do 200 mg/kg, a NaCl od 20 000 do 50 000 mg/kg (Toldrá, 2010).

— **Nitrati** su natrijeve, odnosno kalijeve soli nitratne kiseline koje se označavaju brojevima E251 (natrijev nitrat) i E252 (kalijev nitrat). Nitrati sami po sebi nemaju antimikrobno djelovanje, nego se, nakon procesa salamurenja, djelovanjem enzima nitrit-reduktaze reduktivnih (denitrificirajućih) bakterija reduciraju u nitrite koji imaju bakteriostatsko i baktericidno djelovanje (Honikel, 2008.).

— **Nitriti** su natrijeve, odnosno kalijeve soli nitritne kiseline koje se označavaju brojevima E250 (natrijev nitrit) i E249 (kalijev nitrit). Inhibicijski

učinak na bakterije postižu djelovanjem na staničnu stijenku, enzime, esencijalne hranjive tvari i genetski sustav. Uspješno suzbijaju razvoj bakterije *Clostridium botulinum*, ali nisu učinkoviti na *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* i *Escherichia coli*, *Streptococcus lactis* i *Streptococcus faecalis* (Davidson i sur., 2005.). Prema Europskoj agenciji za sigurnost hrane (EFSA, 2010), 50 – 100 mg/kg dovoljno je za inhibiciju bakterije *C. botulinum* u proizvodima s kraćim rokom trajanja, dok je za proizvode s dužim rokom trajanja potrebna količina nitrita 50 – 150 mg/kg.

Učinkovitost nitrita ovisi u pH mesa (prema Jiménez-Colmenero i sur. (2010.)), najbolja učinkovitost postiže se pri pH 6, prisutnosti željeza u mišićnom tkivu (veća količina željeza u stanici smanjuje inhibicijski učinak nitrita), temperaturi (više temperature toplinski oštećuju spore *C. botulinum*), početnom broju bakterijskih spora i vrsti mesnog proizvoda (Kovačević, 2017.).

U proizvodnji sporofermentiranih mesnih proizvoda koriste se većim udjelom nitrata, jer se tijekom dugotrajnog procesa sušenja i zrenja polako razgrađuju te služe kao stabilni izvor nitrita (Jiménez-Colmenero i sur., 2010.). Nasuprot tome, u proizvodnji brzofermentiranih mesnih proizvoda najčešće se koriste nitriti, jer njihovo djelovanje započinje odmah (Sebranek i sur., 2007.).

Uz nitrata i nitrite, u procesu salamurenja dodaju se **askorbinska kiselina (E300)**, **izoaskorbinska kiselina (E315)**, natrijev askorbat (E301), kalijev askorbat (E302) ili soli izoaskorbinske kiseline (izoaskorbati) poput natrijeva izoaskorbata (E316) koji pripadaju skupini antioksidanasa. Ovi spojevi pojačavaju inhibicijsko djelovanje nitrita, ali mehanizmi inhibicije nisu još uvijek definirani (Davidson i sur., 2005.).

Sorbinska kiselina (E200) i sorbati (E202, E203), benzojeva kiselina (E210), benzoati (E211-E213) i hidroksibenzoati (E214-E219) koriste se u površinskoj obradi suhomesnatih proizvoda. Na primjer, **kalijev sorbat (E202)** se u vidu 5 %-tne vodene otopine koristi za uklanjanje plijesni s površine kulena (Kovačević, 2014.). Međutim, u kombinaciji s vakuum pakiranjem kalijev sorbat se pokazao učinkovitim i u produženju roka trajnosti jegulje (Mugale i sur., 2017.), a Juneja i sur. (2016.) navode i da je učinkovit u inhibiciji bakterija roda

Salmonella u proizvodnji sušene govedine (tzv. beef jerky).

Sumporov dioksid i sulfiti (E220 – E228) dozvoljeni su za upotrebu u mesu za burgere s minimalnim udjelom žitarica i/ili povrća 4%, tzv. *breakfast sausages* i dva tipa tradicionalnih španjolskih kobasica u maksimalnom udjelu 450 mg ukupnog SO₂/kg (Kovačević, 2017.; Tomašević i sur., 2018.), ali imaju i antioksidativni učinak te čuvaju karakterističnu boju svježeg mesa (Tomašević i sur., 2018.) zbog čega se i ne smiju koristiti na njemu (maskiranje kvarenja). Inače, ovi spojevi imaju antifungalno i selektivno antibakterijsko djelovanje, zbog čega imaju dosta široku primjenu u industriji voća i povrća te vinarstvu.

Sprječavanje kvarenja te zadržavanje tehnoloških i nutritivnih svojstava uz povećanje trajnosti proizvoda glavni je cilj svakog proizvođača hrane.

Natamicin (E235) se u mesnoj industriji koristi za površinsku obradu kobasica od salamurenog mesa. Ima fungicidno djelovanje, a prirodno ga proizvode *Streptomyces natalensis* i *Streptococcus lactis* pa se smatra i prirodnim aditivom. Protiv plijesni i kvasaca učinkovit je već pri koncentracijama 5 – 10 mg/kg, ali nije učinkovit protiv bakterija. Primjenjuje se tako da se proizvod (meso, sir) potapa u njegovu otopinu ili se raspršuje po površini proizvoda (Fišera i sur., 2015.), a mogu se i tretirati ovitci prije punjenja (Pipek i sur., 2010.). Jako je osjetljiv na UV zračenje pa se uglavnom razgradi dok proizvod stigne do potrošača (Fišera i sur., 2015.). ▶

Iz istog razloga usporava razvoj plijesni u periodu do 6 mjeseci, ali ih ne uništava u potpunosti (Pipek i sur., 2010.).

— Mehanizam djelovanja natamicina zasniva se na promjenama permeabilnosti stanične membrane plijesni uslijed reakcije sa sterolima. Zbog smanjene selektivnosti propusnosti, iz stanice izlaze kalijevi ioni, a zatim i aminokiseline (Pipek i sur., 2010.).

— **Nizin (E234)** proizvode bakterije mliječne kiseline pa se također svrstava u prirodne konzervanse i to bakteriocine I. reda. Termostabilan je, hidrofoban i na membrani uzrokuje stvaranje pora koje dovode do rasipanja membranskog potencijala i isticanje malih molekula metabolita iz osjetljivih stanica. Njegova učinkovitost dokazana je na mesu goveda i peradi, a aktivnost mu se poboljšava u kombinaciji s mliječnom kiselinom. Međutim, zbog

druge se spojeve (npr. nitrate i nitrite), međutim, istraživanjima utvrdilo da preveliki unos može rezultirati određenim rizicima za zdravlje potrošača pa se za njih propisuju maksimalno dozvoljene količine s obzirom na vrstu namirnice.

— U organizmu se **nitriti** mogu reducirati u **nitrite** koji uzrokuju ireverzibilnu konverziju hemoglobina u methemoglobin, što pak rezultira smanjenim prijenosom kisika u krvi. Pri visokim koncentracijama nitrata može doći do pojave sindroma plave bebe. Nadalje, reakcijom nitrita sa sekundarnim ili tercijskim aminima prisutnima u ljudskom organizmu stvaraju se N-nitrozamini koji djeluju kancerogeno (Singh i sur., 2019.). Međutim, Pospieszna i Czapski (2018.) u svom preglednom radu o utjecaju nitrata ističu i njihovu pozitivnu ulogu: održavanje zdravlja kardiovaskularnog i probavnog sustava konverzijom u dušikov oksid (NO) i bolju izdržljivost kod sportaša uslijed manje potrošnje



slabe topljivosti u mesnim proizvodima i mogućnosti enzimske razgradnje, a i nedjelotvornosti na Gram-negativne patogene i mikroorganizme koji uzrokuju kvarenje, upotreba u mesnoj industriji mu je ograničena (da Costa i sur., 2019.).

ZDRAVSTVENI ASPEKTI

— Kada se govori o aditivima, njihov utjecaj na zdravlje uvijek predstavlja kontroverzu. Neki aditivi, poput benzoata i sorbata, smatraju se sigurnima za potrošača (GRAS, engl. generally recognized as safe) i njima se zakonskim propisima ne određuju maksimalno dozvoljene količine u hrani, nego se proizvođaču ostavlja na procjenu koja je to minimalna količina kojom se postiže željeni učinak. Za

kisika i manjih energetskehtjeva.

— Iako se **benzoati** smatraju GRAS aditivima, kod određenog dijela populacije mogu izazvati alergijske reakcije poput urtikarije, migrena, astme, a zabilježena je i pojava hiperaktivnosti djece uslijed unosa prevelikih količina natrijevog benzoata u kombinaciji s nekim umjetnim bojama. Nadalje sorbati u kombinaciji s askorbinskom kiselinom (vitamin C) mogu djelovati mutageno (Hoang i Vu, 2016.).

— Premda je toksičnost **sulfita** niska i oni ne predstavljaju velik rizik po zdravlje (Tomašević i sur., 2017.), također se nalaze na listi alergena te je obvezno njihovo isticanje na deklaraciji ukoliko im udio u hrani prelazi 10 mg SO₂/kg. Nadalje, treba ga

svesti na najmanju moguću mjeru u namirnicama koje sadrže tiamin, poput crvenog mesa, jer ometa resorpciju ovog vitamina u organizmu (Tomašević i sur., 2018.).

ZAKLJUČAK

Kako bi se trajnost proizvoda maksimalno produžila i njegova sigurnost za potrošača maksimalno povećala, u proizvodnji prehrambenih pa tako i mesnih proizvoda, nužno je koristiti konzervanse koji uništavaju mikroorganizme ili usporavaju njihov rast. Neki od njih mogu predstavljati rizik za potrošača ukoliko se primjenjuju u prekomjernim količinama, ali zakonski propisi koji reguliraju upotrebu aditiva za takve spojeve određuju maksimalno dozvoljene koncentracije prema vrsti namirnice, čime se eliminira mogućnost njihovog pretjeranog unosa. ■

LITERATURA

- [1] **Boerema, J.A., D.M. Broda (2004):** Clostridium botulinum. U: Encyclopedia of meat sciences. Dikeman, M., Devine, C (ur). Academic Press, London, UK.
- [2] **da Costa, R.J., F.L.S. Voloski, R.G. Mondadori, E.H. Duval, A.M. Fiorentini (2019):** Preservation of Meat Products with Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria Isolated from Meat. Journal of Food Quality, Article ID 4726510, 12 pages.
- [3] **Davidson, P.M., J.N. Sofos, A.L. Branen (2005):** Antimicrobials in Food. Taylor and Francis group, USA.
- [4] **European Food Safety Authority (EFSA) (2010):** Scientific Opinion. Statement on nitrites in meat products, EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food. EFSA Journal, 8 (5) 1538.
- [5] **Fišera, M., P. Valašek, J. Mlček, L. Fišerova (2015):** Determination of natamycin in fermented dry Salami casings. Journal of Food Processing and Preservation, 39, 3110–3116
- [6] **Hoang, Y.T.H., A.T.L. Vu (2016):** Sodium Benzoate and Potassium Sorbate in Processed Meat Products Collected in Ho Chi Minh City, Vietnam. International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology, 6(4), 477-482.
- [7] **Honikel, K.O. (2008):** The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat Science, 78, 68-76.
- [8] **Jiménez-Colmenero, F., J. Ventanas, F. Toldrá (2010):** Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet. Meat Science, 84, 585-593.
- [9] **Juneja, V.K., M. Valenzuela-Melendres, D. Heperkan, D. Bautista, D. Anderson, C.-A. Hwang, A. Pena-Ramos, J.P. Camou, N. Torrentera-Olivera (2016):** Development of a predictive model for Salmonella spp. reduction in meat jerky product with temperature, potassium sorbate, pH, and water activity as controlling factors. International Journal of Food Microbiology, 236, 1-8.
- [10] **Koričanac, V., D. Vranić, D. Trbović, R. Petronijević, N. Parunović (2017):** Presence of sulphites in different types of partly processed meat products prepared for grilling. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 85, 012067.
- [11] **Kovačević, D. (2017):** Kemija i tehnologija šunke i pršuta. Prehrambeno – tehnološki fakultet Osijek. Osijek, Osijek.
- [12] **Kovačević, D. (2014):** Tehnologija kulena i drugih fermentiranih kobasica. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
- [13] **Lovrić, T. (2003):** Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva. HINUS, Zagreb.
- [14] **Mugale, R.R., S.B. Patange, V.R. Joshi, G.N. Kulkarni, M.M. Shirdhankar (2017):** Effect of vacuum packaging and potassium sorbate on the shelf life of eel fish (*Mastacembalus armatus*) during chilled storage. Biochemical and Cellular Archives, 17 (1), 199-204.
- [15] **Pipek, P., B.-A. Rohlík, A. Lojková, L. Staruch (2010):** Suppression of mould growth on dry sausages. Czech Journal of Food Science, 28: 258–263.
- [16] **Pospieszna, B., J. Czapski (2018):** Dietary nitrates – to consume or to restrict? Trends in Sport Sciences, 1(25), 5-12.
- [17] **Sebranek, G.J., N.J. Bacus (2007):** Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite, what are the issues? Meat Science, 77, 136-147.
- [18] **Singh, P., M.K. Singh, Y.R. Bega, G.R. Nishada (2019):** A review on spectroscopic methods for determination of nitrite and nitrate in environmental samples. Talanta, 191, 364-381.
- [19] **Toldrá, F. (2010):** Handbook of Meat Processing, Wiley-Blackwell. Iowa.
- [20] **Tomašević, I. M. Dodevska, M. Simić, S. Raičević, V. Matović, I. Đekić (2018):** A decade of sulphite control in Serbian meat industry and the effect of HACCP. Food Additives & Contaminants: Part B, 11(1), 49-53.